

Paolo Giuseppe Limoli e Enzo Maria Vingolo

# NEUROMODULAZIONE E RIABILITAZIONE VISIVA

LA STRADA PER IL NEUROENHANCEMENT VISIVO  
NEL PAZIENTE IPOVEDENTE



con la partecipazione speciale di  
Bernhard A. Sabel

e con la collaborazione di

Andrea Antal, Chiara Berna, Irene Casaro, Stefano Casaro, Lorenzo Casillo,  
Ayoub Chabib, Laura Contento, Ilaria Ciochetta, Riccardo De Corato, Francesca De Rossi,  
Giuliana Facciolo, Enrico Fermi, Arianna Gagliardi, Ying Gao, Maurizio Giannelli,  
Chiara Iacovacci, Edward Kondrot, Giulia Mecarelli, Marco U. Morales, Giuseppe Napolitano,  
Erika Rigoni, Giovanni Sato, Sergio Z. Scalinci, Francesca Toja,  
Stefano Tricarico, Gianfrancesco Villani

Collana 2019 LOW VISION ACADEMY ITALY



Fabiano Gruppo Editoriale

Capitolo 8 - de Rossi	
Stimolazione neuroelettica transorbitaria .....	123
Capitolo 9 - Sabel, Gao, Antal	
Stimolazione con corrente alternata .....	135
Capitolo 10 - Kondrot	
Stimolazione elettrica transpalpebrale .....	151
Capitolo 11 - Scalinci e Limoli	
Gli home device e le stimolazioni in ambiente domestico .....	165
Capitolo 12 - Casaro e Casaro	
Aerobica e neurogenesi .....	179

### PARTE TERZA

#### Neuro-modulazione visiva e clinica dell'Ipovisione

Capitolo 13 - Limoli	
Ipovisione clinica e ri-modulazione della funzione visiva .....	191
Capitolo 14 - Ciochetta	
Visual training e Degenerazioni maculari.....	225
Capitolo 15 - Rigoni	
Neuromodulazione visiva nella Retinitite Pigmentosa .....	247
Capitolo 16 - Limoli	
La rimodulazione visiva nelle miopie degenerative .....	257
Capitolo 17 - Gagliardi, Vingolo, Mecarelli, Toja	
Otticopatie e Visual Training.....	275
Capitolo 18 - Ayoub e Iacovacci	
Glaucoma e Visual training .....	287
Capitolo 19 - Di Corato	
Visual Training e Nistagmo .....	299
Capitolo 20 - Contento e Napolitano	
Il visual training postchirurgico .....	311
Capitolo 21 - Sato	
Deficit visivi di origine centrale e neuromodulazione .....	323

## EVOLUZIONE E RISULTATI DELLA STIMOLAZIONE NEUROELETTRICA TRANS-PALPEBRALE

Edward C. Kondrot

La storia delle microcorrenti nel trattamento delle patologie oculari è passata per 4 distinte fasi di evoluzione che desidero discutere.

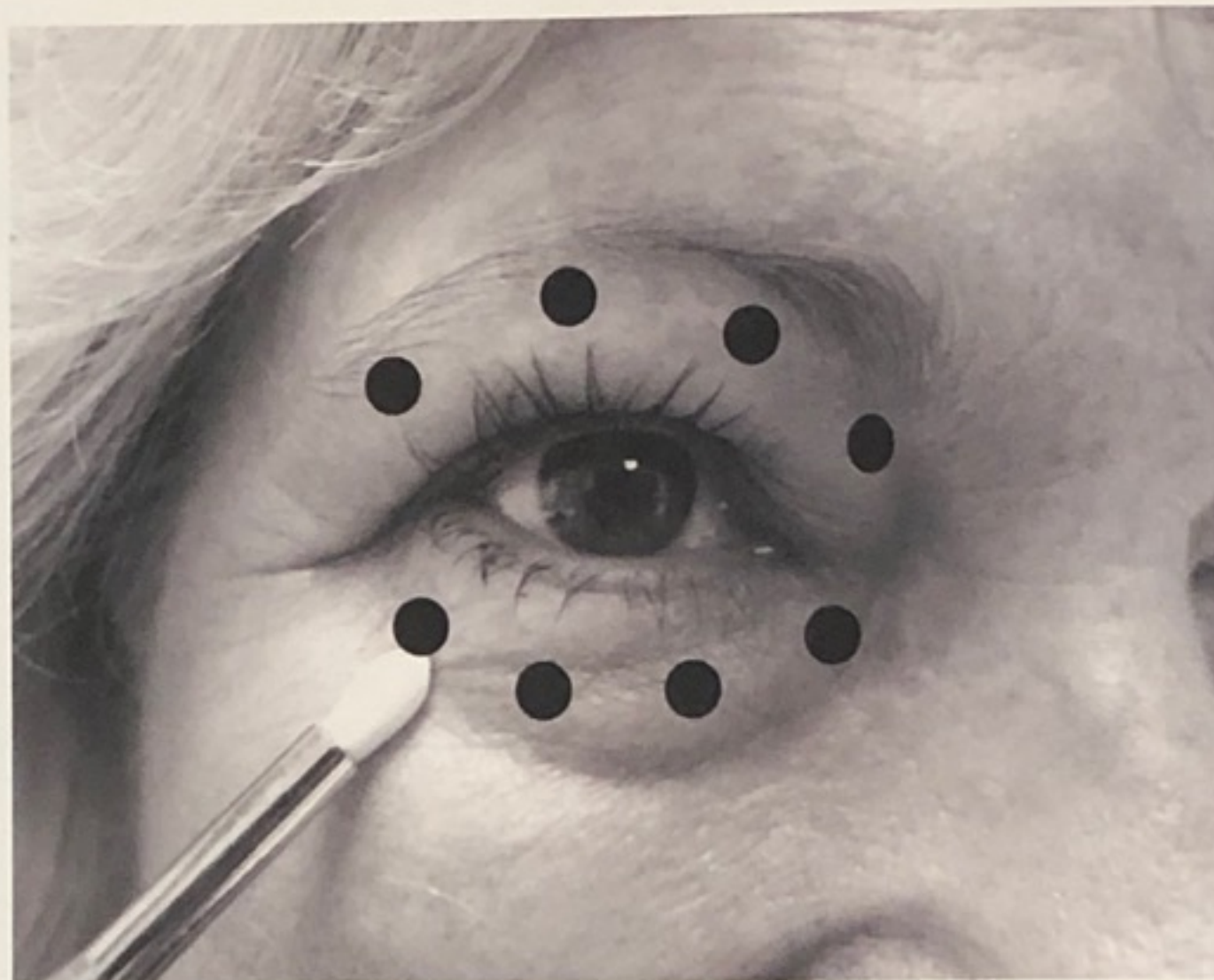
La *prima fase* fu l'uso di un sistema di applicazione a un canale con 4 frequenze di Nogier (292 Hz, 30 Hz, 9,1 Hz e 0,3 Hz). Queste frequenze sono state applicate peri-orbitalmente con una sonda manuale utilizzando 8 punti per agopuntura attorno ad ogni occhio. Questa procedura era

noiosa sia per il paziente che per l'operatore, con la necessità di reimpostare la sonda applicativa in ciascun punto di applicazione per ognuna delle 4 frequenze utilizzate (Fig. 1 e 2).

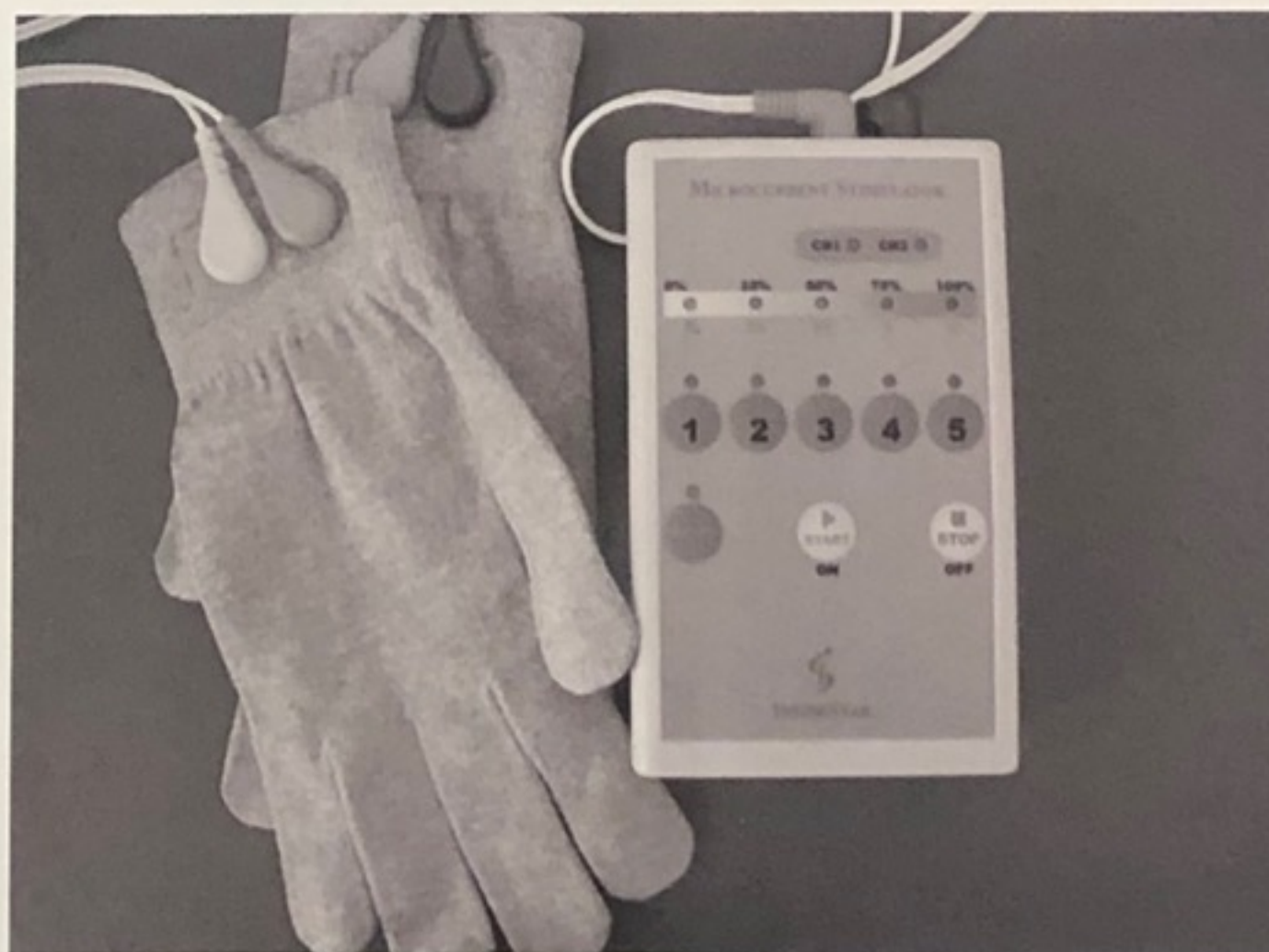
La *seconda fase* consisteva in un approccio transpalpebrale che utilizzava le stesse frequenze selezionate ma che veniva applicato usando guanti elettro-conduttivi avvolti in un panno umido applicato sulle palpebre chiuse (Fig. 3).



**Figura 1.** Macchina a microcorrente della fase uno con 4 frequenze di base di Nogier (sx) e sonda per l'applicazione di microcorrenti a specifici punti di agopuntura (dx).



**Figura 2.** Gli 8 punti di reperi relativi all'applicazione della sonda per stimolazione transpalpebrale



**Figura 3.** Macchina a microcorrente della fase due personalizzabile in grado di programmare coppie di frequenze

Questa tecnica di applicazione aveva diversi vantaggi. Non era necessario modificare i punti di trattamento nell'applicazione della microcorrente. Durante la seconda fase, ci fu un altro progresso nel trattamento, che lo rese più efficiente.

I dispositivi a microcorrente erano ora in grado di fornire automaticamente una sequenza di frequenze, così i trattamenti divennero automatici. Invece di cambiare le frequenze dopo ogni periodo di trattamento, le frequenze venivano eseguite in sequenza. Questo trattamento sequenziale comportò una migliore compliance del paziente poiché l'applicazione era semplice e automatizzata per il paziente (Fig. 4).

Il *terzo passo* avanti fu l'introduzione dell'utilizzo

di coppie di frequenze personalizzate in protocolli personalizzati utilizzando l'approccio trans-palpebrale.

Invece di utilizzare solo le 4 frequenze di Nogier, vennero sviluppati specifici protocolli di frequenza personalizzati. Questi protocolli vennero sviluppati in base alla posizione e al tipo di patologia oculare.

La *quarta fase* fu lo sviluppo di specifiche frequenze bio-modulanti. Frequenze isolate di ricerca che avevano uno specifico effetto fisiologico sul tessuto.

Esaminiamo ogni fase dello sviluppo delle microcorrenti e i risultati in maggiore dettaglio.



Figura 4. Applicazione transpalpebrale utilizzando guanti a maglia argento avvolti in un panno.

## Sviluppo e risultati della Fase Uno

Questa macchina mono-canale disponeva di quattro frequenze fisse e utilizzava una sonda per trattare otto punti di agopuntura attorno all'occhio (quattro punti sopra e quattro sotto ciascun occhio). La macchina trattava ciascun punto per dodici secondi, utilizzando quattro diverse impostazioni di frequenza (292 Hz, 30 Hz, 9,1 Hz e 0,3 Hz).

Queste frequenze specifiche provenivano dalla ricerca del defunto neurologo francese Dr. Paul Nogier, meglio conosciuto per il suo innovativo lavoro nello sviluppo dell'auricoloterapia (agopuntura auricolare). Attraverso la sua ricerca, il Dr. Nogier sviluppò frequenze per aumentare il flusso sanguigno, ridurre l'infiammazione e contribuire alla guarigione generale. Sugerì che le frequenze più alte, 292 e 30 Hz, riducessero l'infiammazione mentre le frequenze più basse, 9.1 Hz e 0.3 Hz, aiutassero a stimolare la guarigione. Il primo utilizzo della microcorrente nella Fase Uno determinava un aumento della circolazione, un aumento dell'attività metabolica cellulare e possedeva un effetto neuroprotettivo. Diversi studi lo supportano. Debreceni (1) nel 1995 riportò i primi risultati clinici nell'ambito delle problematiche circolatorie. Vennero studiati ventiquattro pazienti che subirono un blocco delle arterie nella parte inferiore della gamba, con conseguente scarsa circolazione e dolore. Dopo il trattamento, venti pazienti mostrarono un netto miglioramento. Kaada (2, 3) nel 1982 studiò gli effetti di quattro pazienti con la malattia di Raynaud e due con polineuropatia diabetica. Entrambe queste condizioni producono restringimento e spasmo dei piccoli vasi sanguigni, causando sintomi come freddo, intorpidimento, dolore e perdita di movimento. I risultati del suo studio mostrarono incremento della temperatura cutanea e riduzione della componente algica. Ngok Cheng (4) nel 1982 studiò gli effetti della microcorrente sulla pelle del ratto. Applicò diversi livelli di corrente sulla superficie della pelle di ratto e quindi studiò

i cambiamenti nelle cellule mediante microscopia elettronica. Questa tecnica gli permise di osservare i cambiamenti nella meccanica cellulare. I suoi risultati indicarono che tra 50 e 500 microampere causerebbero un aumento dei mitocondri e un aumento del 300-500 per cento nei livelli di ATP. Notò inoltre che a questo livello, si verificava un aumento della sintesi proteica e della gluconeogenesi.

Oltre agli studi di cui sopra, diversi studi recenti hanno dimostrato che la microcorrente può ridurre la pressione intraoculare e avere un effetto neuroprotettivo nel glaucoma (5, 6).

Grace Halloran (1983-1985) fu una pioniera nel progettare e condurre i primi studi sull'efficacia della stimolazione della microcorrente nell'invertire il danno retinico. Nel suo primo studio, centoquattordici pazienti vennero trattati e monitorati indipendentemente presso il centro per diverse condizioni retiniche. I risultati: dei 114 pazienti trattati, su 18 affetti da degenerazione maculare, 16 mostrarono miglioramenti. Di settantotto pazienti con Retinite Pigmentosa, 62 mostrarono un miglioramento. Degli altri 18 pazienti con retinopatie varie, 16 mostrarono un miglioramento funzionale.

Il Dr. John Jarding (7) presentò dati su 400 occhi trattati con Stimolazione con Micro-corrente (MCS o Micro-Current Stimulation). Il settantotto per cento degli occhi mostrava un miglioramento da uno a nove linee sul grafico dell'acuità visiva, e oltre il 50 per cento migliorava da due a nove linee. Nel suo studio, c'erano due pazienti con occlusione venosa e edema della macula. Entrambi i pazienti videro un netto miglioramento della loro vista. Uno di questi paziente è migliorato nella BCVA da 20/50 a 20/15. L'altro paziente, che in T0 poteva vedere le sue dita solo a una distanza di 30 cm., era in grado di leggere la riga 20/200.

Da un nostro studio sull'uso della MCS, relativo alla fase 1, in pazienti affetti da diverse patologie degenerative della retina, il 66% degli occhi trat-

tati ottenne un miglioramento dell'acuità visiva con un intervallo di visione da 0 a 2,5 linee (5 lettere una linea) (8, 9).

## Sviluppo e risultati della Fase 2

La seconda fase fu una fase di transizione del trattamento, abbandonando il trattamento sugli 8 punti di reperire peripalpebrali, per iniziare l'applicazione e l'automazione attraverso un sistema di somministrazione trans-palpebrale. Nella fase uno, si localizzava ogni punto dell'agopuntura. Una frequenza funzionava per 15 secondi, successivamente la frequenza veniva modificata e funzionava per altri 15 secondi. Questo veniva ripetuto 4 volte e lo stesso protocollo era ripetuto 8 volte per ciascun occhio o per un totale di 16 volte. L'uso dell'approccio transpalpebrale ha sostituito questo noioso metodo passando all'utilizzo della tecnologia a microcorrente per far funzionare le 4 frequenze in sequenza con sosta per cambiare l'impostazione.

## Sviluppo e risultati della Fase 3

Un significativo progresso avvenne nel marzo 2006, quando la FDA approvò la prima macchina a microcorrente programmabile.

Questo sviluppo consente ora agli operatori di programmare frequenze target per il trattamento di specifiche patologie oculari. Invece di utilizzare le frequenze fondamentali di Nogier (che hanno un effetto di basso livello sul tessuto malato), ora, con la Microcorrente a Frequenza Specifica (FSM o Frequency Specific Microcurrent) possiamo usare due canali di frequenza diversi per generare la frequenza del tessuto e la frequenza della patologia.

Ogni tessuto ha una frequenza specifica, o vibrazione, così come ogni tipo di patologia. Questa frequenza dipende dall'idratazione dell'area, dalla densità, dalla struttura molecolare, dalle quantità di carbonio e idrogeno, dal legame con l'azoto e così via.

Ad esempio, il tessuto osseo ha una frequenza diversa rispetto alla pelle o al tessuto cardiaco, mentre il tessuto cicatriziale ha una frequenza diversa rispetto al tessuto edematoso.

Per fare un paragone, osserviamo un diapason. Se hai un diapason con una frequenza della nota "C", esso vibrerà in base a quella frequenza. Se possiedi due diapason con frequenze "C" e le fai vibrare insieme, si supporteranno a vicenda e vibreranno in armonia. Tuttavia, se prendi lo stesso diapason di frequenza "C" e lo fai vibrare accanto a un diapason di frequenza "D", otterrai disarmonia; in effetti, le frequenze potrebbero annullarsi a vicenda (Fig. 5).

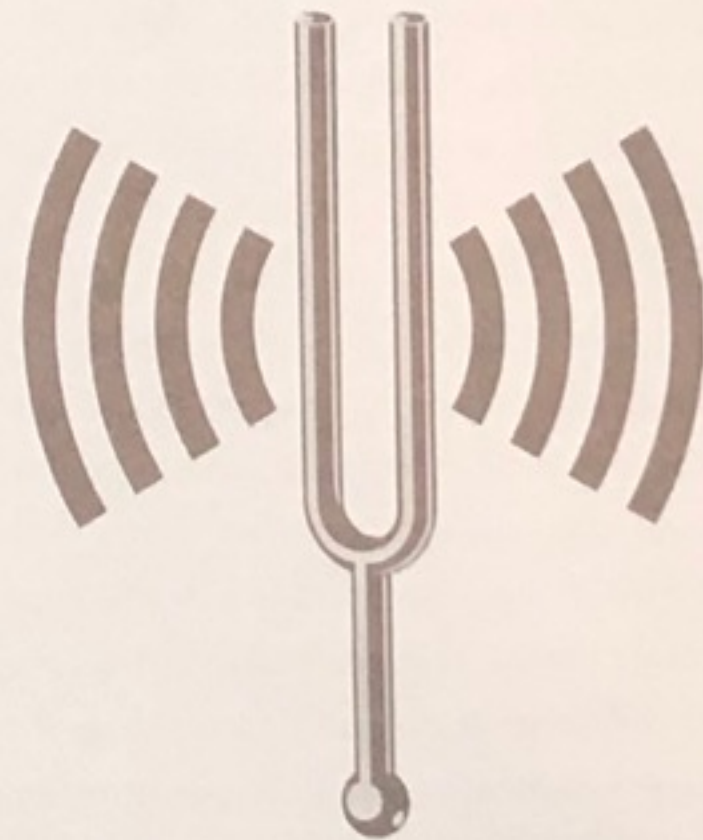


Figura 5. Il diapason rilascia frequenze specifiche

Ora, diamo un'occhiata al tipo di canale usato per trattare la patologia. Non vogliamo che una frequenza armonizzi e rafforzi la frequenza della patologia, quindi questa macchina eroga frequenze disarmoniche rispetto alla patologia per indebolire l'effetto della patologia. Le radici del trattamento con FSM risalgono ai primi anni del 1900 e al dott. Albert Abrams, il primo medico a utilizzare strumenti calibrati in grado di rilevare le radiazioni dei tessuti viventi. Il Dr. Abrams concluse che tutta la materia irradia energia elettromagnetica e che le caratteristiche di ciascun tipo

di radiazione dipendono dalla struttura molecolare unica della materia.

La dott.ssa Carolyn McMakin (10), chiropratica, ha ampliato la gamma dei moderni FSM studiando centinaia di frequenze diverse nell'intervallo da 0,01 a 999 Hz, con intensità variabili da 20 a 600 microampere. Il suo lavoro supporta le scoperte del Dr. Abrams, confermando che ciascuno dei tessuti del corpo ha una frequenza individualizzata. Ad esempio, la frequenza della retina è 95 Hz e quella della macula è 137 Hz. Anche ogni tipo di patologia ha una frequenza. Un'emorragia ha una frequenza di 18 Hz, mentre un edema di 14 Hz. Il trattamento con FSM è "specifico per la frequenza" perché le frequenze del tessuto e le frequenze della patologia sono "abbinata" a due frequenze nella macchina FSM. Ad esempio, supponiamo che un professionista stia trattando un paziente con un'emorragia nella macula. Il trattamento con FSM userebbe 18 Hz (per l'emorragia) e 137 Hz (per la macula). Questo insieme di frequenze accoppiate corrisponde alle anomalie specifiche presenti nel tessuto danneggiato. L'effetto desiderato del trattamento è una neutralizzazione delle frequenze che sono in disarmonia. È essenziale capire che per ottenere i migliori effetti dai trattamenti con microcorrente, è necessario porre attenzione ad altri parametri critici. Questi includono una corretta alimentazione, una idratazione ottimale, minerali essenziali e ossigenazione (11).

Il nostro protocollo di trattamento si basa sull'utilizzo di stimolazioni con microcorrente, ma tale trattamento va associato alla somministrazione di elementi nutrizionali essenziali, idratazione e ossigenazione. I risultati del trattamento di 152 pazienti sottoposti a stimolazione con microcorrente, insieme a terapie di supporto essenziali sono stati pubblicati su *Alternative Therapies* (12). Sebbene questo studio possa essere criticato per il fatto che le terapie di supporto possano essere responsabili del cambiamento della visione, i trattamenti con microcorrenti hanno effetti

determinanti nel modificare l'incremento delle performance visive. Tuttavia le terapie di supporto sembrano necessarie per mantenere i risultati nel lungo periodo dopo il trattamento con microcorrente e dovrebbero essere incluse in qualsiasi piano di trattamento.

I partecipanti allo studio sono stati selezionati per soddisfare i seguenti criteri:

- avevano una malattia agli occhi che non rispondeva ai trattamenti tradizionali o
- desideravano evitare la chirurgia o gli effetti collaterali dei farmaci.

Le patologie di cui i pazienti inseriti nello studio erano affetti erano le seguenti (Tab. 1):

- AMD di tipo secco o umido
- glaucoma
- malattia di Stargardt
- neuropatia ottica ischemica
- retinite pigmentosa
- retinopatia diabetica

Eye Disease	Number of Patients	Number of Eyes*
ARMD-Dry	70	140
Glaucoma	29	58
ARMD-Wet	20	40
Macular hole, macular wrinkling, pucker	9	10
Stargardt's disease	3	6
Cataracts	6	10
Ischemic optic nerve disease	4	6
Retinitis pigmentosa	4	8
Diabetic retinopathy	3	6
Histoplasmosis scarring	3	4
Cone dystrophy	1	2
<b>Total</b>	<b>152</b>	<b>290</b>

**Tabella 1.** Numero di pazienti affetti da ciascuna delle 11 malattie dell'occhio e il numero totale di occhi colpiti. Alcuni pazienti avevano una malattia in solo 1 occhio e alcuni pazienti avevano più di 1 malattia.

Abbreviation: ARMD, age-related macular degeneration.

\*Some patients had disease in only 1 eye; some patients had >1 disease.

- distrofia dei coni
- fori maculari e altre patologie vitreoretiniche
- cataratta
- cicatrici da istoplasmosi

I partecipanti avevano un'età compresa tra 15 e 95 anni; Il 52% era di sesso femminile e il 48% era di sesso maschile.

Per la diagnostica prima (T0) e dopo (T1) il ciclo di trattamento, abbiamo utilizzato:

- ETDRS Eye Chart (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Eye Chart) per la valutazione dell'acuità visiva, accettato e approvato negli studi sponsorizzati dal National Eye Institute e dalla Food and Drug Administration (FDA) statunitense. Ogni linea del test ha 5 lettere e per un totale di 14 righe e 70 lettere.
- Lighthouse Letter Contrast Sensitivity Test o test per la sensibilità al contrasto, per la valutazione della capacità percepire contrasti sempre minori. La mancata percezione del minor contrasto è correlata alla tossicità e all'avvelenamento da metalli pesanti.
- Perimetria per la valutazione del campo visivo. Viene utilizzato per testare l'area centrale del campo visivo, può essere usato per studiare la diversa percezione di mire di diverso colore. Questo test misura la capacità di percepire il movimento.

Il trattamento consisteva in una fase preliminare, presso il centro di riabilitazione visiva, seguita da una fase a casa del paziente, ed era basata su 4 elementi fondamentali:

- *Nutrizione endovenosa multivitaminica*
- *Terapia ossidativa*
- *Stimolazione con microcorrente*
- *Fototerapia*

La *nutrizione endovenosa* si avvale del Cocktail Nutrizionale di Myer, miscela vitaminica endovenosa progettata per fornire importanti vitamine e minerali a supporto dell'occhio e della funzione visiva. È stato suggerito che tutti i pazienti ricevessero questa miscela, in particolare in casi di carenza di zinco. È stato inoltre suggerito che tutti i

pazienti del programma ricevessero un cocktail di Myer una volta al mese presso il proprio domicilio, fino a quando i livelli nutrizionali fossero a un livello ottimale.

Il cocktail di Myer è composto da

- acido ascorbico, 500 mg/ml, 12 cc;
- piridossina, 100 mg/ml, 2 cc;
- idrossicobalamina 1000, µg/ml, 1 cc;
- complesso B 100, 1 cc;
- calcio gluconato 10%, 1 cc;
- dexpanatolo, 250 mg/ml, 1 cc;
- cloruro di magnesio, 200 mg/ml, 1 cc;
- concentrato multitrace-5, 1 cc;
- selenio, 40 µg/mL, 5 cc;
- taurina, 50 mg/ml, 2 cc;
- zinco, 1 mg/ml, 5 cc;
- lidocaina 2%, 5 cc;
- acqua sterile, 200 cc;
- acido folico, 1 mg.

Le terapie ossidative come l'ozono-terapia, la terapia di irradiazione ultravioletta del sangue e la terapia con perossido di idrogeno per via endovenosa possono essere utili per il trattamento di una vasta gamma di condizioni che vanno dalle infezioni virali e fungine al dolore articolare e all'artrite (13).

Le *terapie ossidative* agiscono stimolando il sistema immunitario, migliorando i processi mitocondriali e facilitando la guarigione praticamente senza effetti collaterali. Alcuni ricercatori ritengono che questa terapia possa essere utile nel trattamento della degenerazione maculare e del glaucoma e di altri disturbi dell'occhio (13).

Ogni paziente riceve almeno 2 terapie ossidative durante il programma. L'ozono-terapia è un tipico trattamento per la terapia ossidativa che contribuisce al processo di guarigione. Utilizza ossigeno allo stato gassoso, altamente reattivo, che stimola la rigenerazione e la guarigione. È usato per trattare un'ampia gamma di condizioni croniche, inclusa la degenerazione maculare. Il programma offriva l'ozono-terapia in diversi modi:

- per via endovenosa, chiamata autoemoterapia,

in cui una piccola quantità di sangue viene miscelata con ozono e quindi iniettata nel corpo. Questo tipo di terapia ossidativa viene somministrata direttamente nel flusso sanguigno attraverso fleboclisi lenta e ha gli stessi risultati benefici degli altri tipi di terapie ossidative.

- come collirio, per aiutare a stimolare la guarigione dell'occhio. La terapia con perossido di idrogeno è stata data anche ad alcuni partecipanti al programma.

Il programma prevedeva un ciclo iniziale di *stimolazioni con microcorrenti* di 3 giorni. In particolare, durante il ciclo iniziale, in base alle misurazioni funzionali effettuate a intermittenza, la stimolazione con microcorrenti veniva ricalibrata per ciascun partecipante a seconda dei risultati e della risposta al trattamento.

A tutti i pazienti che parteciparono al programma di 3 giorni sono stati forniti dispositivi a microcorrenti, calibrati per le loro specifiche patologie

oculari, e sono stati istruiti a usarli a casa per continuare il trattamento.

In genere il ciclo completo prevedeva da 20 a 40 trattamenti, anche se i benefici potevano essere già percepiti dopo 1 o 2 trattamenti.

I pazienti con glaucoma hanno un nervo ottico compromesso. L'innalzamento della pressione può causare la riduzione del flusso sanguigno verso il nervo ottico, con conseguenti danni al nervo e perdita della vista. Le evidenze della ricerca suggeriscono che la microcorrente ha un effetto protettivo sul nervo ottico (14, 15).

La MCS può essere utile per i pazienti con glaucoma perché aiuta ad aumentare il flusso sanguigno, stimola l'attività cellulare, favorisce un effetto neuroprotettivo. La MCS può abbassare la pressione intraoculare, che si osserva nei pazienti dopo il trattamento con MCS (12). L'MCS sembra essere efficace nel trattamento della maggior parte delle malattie oculari di tipo degenerativo (16).

<b>Acuity Improvement</b>	<b>Number of Eyes<sup>a</sup></b>	<b>%</b>
≥2 lines (10 letters)	43	15%
>1 line (5 letters)	158	54%
>1-4 letters	66	23%
No change	23	8%
<b>Contrast Improvement</b>	<b>Number of Eyes<sup>a</sup></b>	<b>%</b>
>5 letters	104	36%
>1-4 letters	151	52%
No change	35	12%
<b>Visual Field Expansion</b>	<b>Number of Eyes<sup>a</sup></b>	<b>%</b>
Marked	165	57%
Moderate	75	26%
Minimal	19	6%
No change	31	11%

<sup>a</sup>Some patients had disease in only 1 eye; some patients had more than 1 disease.

**Tabella 2.** Mutamenti post trattamento relativi alla BCVA (EDTRS), alla sensibilità al contrasto e al campo visivo.

Il flusso di corrente da una cellula all'altra e all'interno delle cellule, attraverso lo stimolo metabolico, favorisce la riparazione e la rigenerazione dei tessuti.

L'altro aspetto terapeutico è la *fototerapia*, che si occupa di applicare a livello oculare particolari frequenze luminose (17). Le stimolazioni luminose, nel nostro protocollo, venivano effettuate mediante un dispositivo denominato Syntonic. Una radiazione luminosa con una specifica lunghezza d'onda viene selezionata in base alla patologia del paziente. La ricerca è in corso, ma i dati sembrerebbero indicare che frequenze specifiche di luce blu-verde possano migliorare la visione nei pazienti con degenerazione maculare e alcune frequenze di luce verde possono abbassare la pressione nei pazienti con glaucoma (18). Ogni colore può avere una miriade di frequenze e il compito è identificare la frequenza che risuona meglio con l'occhio, stimola la funzione retinica e equilibra il sistema nervoso autonomo. Ogni partecipante ha ricevuto 2 trattamenti di fototerapia al giorno. I risultati indicano un effetto migliorativo sulle performance visive nella maggioranza dei pazienti trattati.

Il sessantanove per cento dei partecipanti allo studio ha ottenuto un miglioramento di almeno 1 linea (cioè 5 lettere) al test EDTRS e il 36% ha avuto un miglioramento di almeno 1 linea al test per la sensibilità al contrasto (Tab. 2; Fig. 6).

Una linea di miglioramento è un cambiamento significativo per questo tipo di pazienti e migliora la qualità della loro vita quotidiana.

Le modalità di trattamento utilizzate sono state statisticamente vantaggiose per la maggior parte dei pazienti trattati, migliorando l'acutezza, il contrasto e i campi visivi. Non sono stati evidenziati effetti collaterali avversi.

I possibili meccanismi alla base di tale risultato sembrerebbero essere dati da:

- miglioramento del flusso sanguigno
- riduzione dell'infiammazione
- stimolazione dell'attività metabolica cellulare

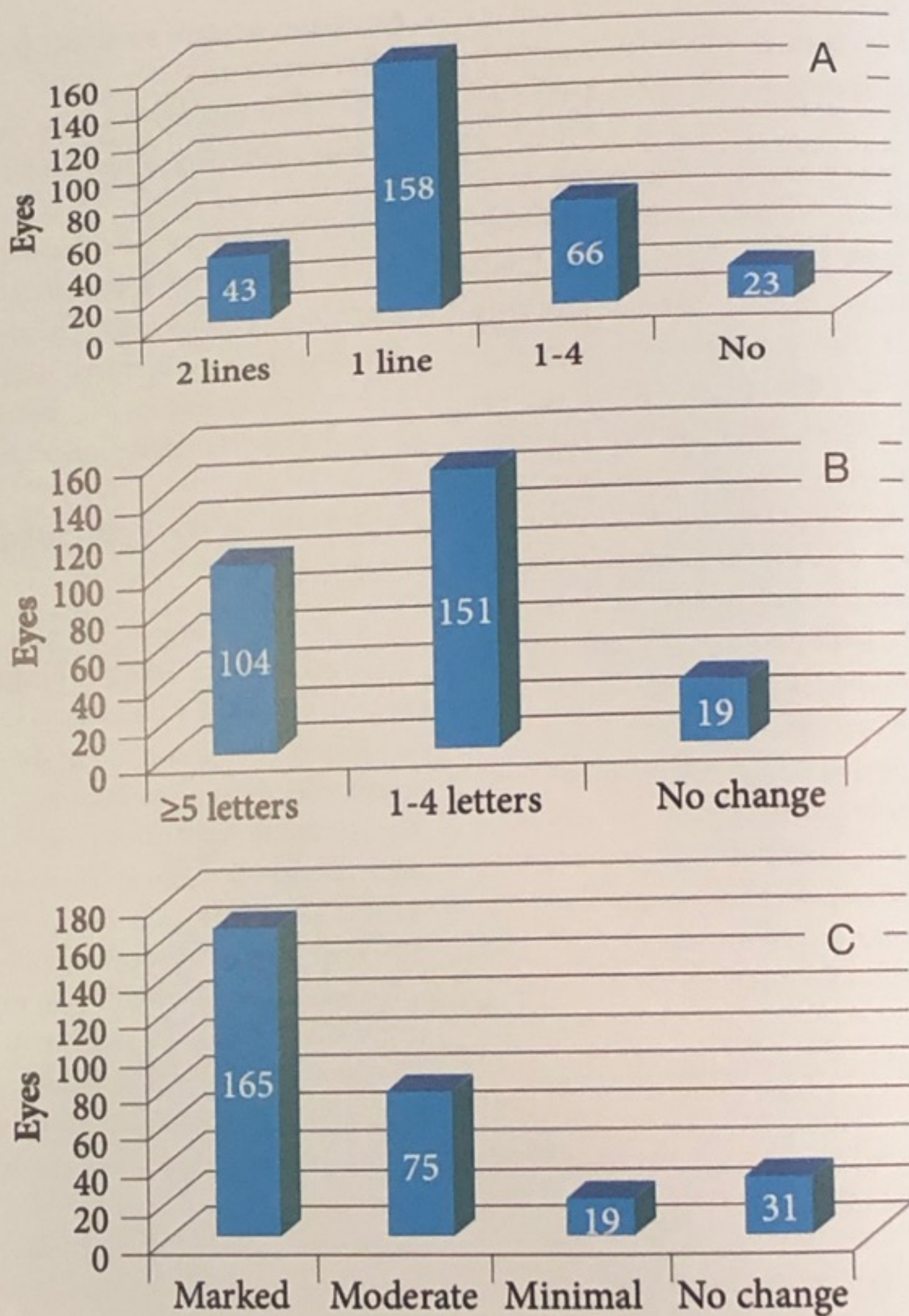
- attivazione cellule staminali e produzione di fattori di crescita.

Tutti questi processi sono noti per favorire una condizione fisiologica dei tessuti, degli organi e del sistema.

In altre parole è possibile rimodulare la funzione visiva utilizzando un approccio terapeutico meno aggressivo e più fisiologico che abbia la funzione di contenere la progressione delle degenerazioni e contemporaneamente di potenziare la capacità funzionale delle cellule retiniche residue.

## Sviluppo e risultati della fase quattro

In questa fase, vengono studiate specifiche frequenze di microcorrenti per produrre uno specifico effetto cellulare e biologico. Ogni segnale ha la capacità sia di inibire che di stimolare un particolare effetto biologico. Watson ha affermato che l'applicazione dell'elettroterapia è vincolata anche dalla Legge di Biomodulazione Arndt-Schultz (19). Questa legge afferma che un basso livello di corrente può stimolare, un livello moderato mantenere e un alto livello può sopprimere. Nel 1999 EyeCell ([www.eye-cell.com](http://www.eye-cell.com)) pubblicò un lavoro sul controllo della rigenerazione tissutale basato su una precisa segnalazione bioelettrica (20) espressione della proteina VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor). Questo segnale specifico proveniente dalla proteina VEGF basata sulla legge Arndt-Schultz ha il potenziale per stimolare la crescita di nuovi vasi sanguigni quando la riparazione dei tessuti lo richiede, come la rigenerazione del muscolo cardiaco e anche per inibire la crescita di nuovi vasi, come nella degenerazione maculare umida. EyeCell ha condotto i suoi primi studi identificando le frequenze di microcorrenti per l'espressione controllata di SDF1 (stromal cell-derived factor 1) proteina espressa dal gene CXCL12 (21). Durante lo sviluppo, l'SDF1 gioca un ruolo nella migrazione dei neuroni (22). All'interno del sistema nervoso centrale, contribuisce anche alla proliferazione cellulare,



**Figura 6.** Mutamenti post trattamento relativi alla BCVA (EDTRS) (A), alla sensibilità al contrasto (B) e al campo visivo (C).

alla neurogenesi e regola la neuroinfiammazione. Promuove la migrazione delle cellule staminali mesenchimali verso siti di lesioni all'interno del cervello. EyeCell ha presentato oltre 25 sequenze di segnali bioelettrici precisi per l'espressione controllata delle proteine che promuovono la rigenerazione degli organi. Un altro possibile effetto da

parte di segnali bioelettrici specifici è quello di stimolare Klotho, una proteina anti-invecchiamento prodotta prevalentemente nel rene. Klotho diminuisce con l'età e una carenza è associata ad un aumentato rischio di malattie legate all'età (23). L'area delle specifiche frequenze target ha una grande applicazione in un nuovo approccio per

il trattamento della malattia utilizzando questi segnali specifici.

## Conclusioni

I protocolli di trattamento con microcorrente dovrebbero essere considerati parte di un programma di trattamento per le patologie degenerative oculari. Lo studio e l'isolamento di segnali di frequenze specifiche stanno cambiando le potenzialità terapeutiche delle stimolazioni con microcorrente. I professionisti della visione dovrebbero incorporare questo trattamento nella loro pratica per fornire ai pazienti i migliori risultati visivi. La salute degli occhi deve essere riposizionata

all'interno di una valutazione generale della salute. Il declino visivo rappresenta una contrazione generale del livello complessivo di salute. Ciò può avvenire per una serie di co-fattori che vanno dalla tossicità proveniente da fonti esterne come l'inquinamento atmosferico e idrico, o da assorbimento di metalli tossici da nutrizione sbilanciata o industrializzata, o da cattive abitudini di vita. Il metabolismo dell'occhio è talmente raffinato che la sua compromissione rappresenta spesso uno dei primi indicatori di un problema di salute. Sarebbe auspicabile introdurre dei nuovi concetti di prevenzione e di contenimento del livello di salute finalizzato ad avere nel tempo le migliori performance visive possibili.